

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002185078 A**

(43) Date of publication of application: 28.06.02

(51) Int. Cl.

H01S 5/18  
H01L 33/00

(21) Application number: **2001317273**

(22) Date of filing: 07.12.92

(62) Division of application: **04326840**

(71) Applicant: **SONY CORP**

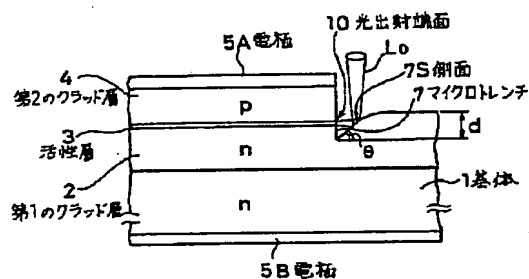
(72) Inventor: ISHIBASHI AKIRA

**(54) LIGHT-EMITTING ELEMENT AND ITS MANUFACTURING METHOD**

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce the number of manufacturing processes of a light-emitting element, such as a semiconductor laser diode, light-emitting diode, etc., by enabling integration of the element.

**SOLUTION:** The light emitting element is constituted in such a way that at least a first clad layer 2, an active layer 3, and a second clad layer 4 are provided on a substrate 1 and a resonator is constituted of etched end faces. Then a micro-trench 7 is formed to face the light emitting end face 10 of the resonator. The side face 7S of the micro-trench 7 is used as an external reflecting mirror to form a projecting curve in its cross section along the resonator axis of the resonator.



本發明實施例の斷面図

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-185078

(P2002-185078A)

(43)公開日 平成14年6月28日(2002.6.28)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 S 5/18

H 0 1 S 5/18

5 F 0 4 1

H 0 1 L 33/00

H 0 1 L 33/00

A 5 F 0 7 3

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願2001-317273(P2001-317273)

(62)分割の表示 特願平4-326840の分割

(22)出願日 平成4年12月7日(1992.12.7)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 石橋 晃

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ

ー株式会社内

(74)代理人 100080883

弁理士 松隈 秀盛

Fターム(参考) 5F041 AA07 CA04 CA14 CA74 CA75

CB36

5F073 AA84 AB19 AB29 DA25 DA26

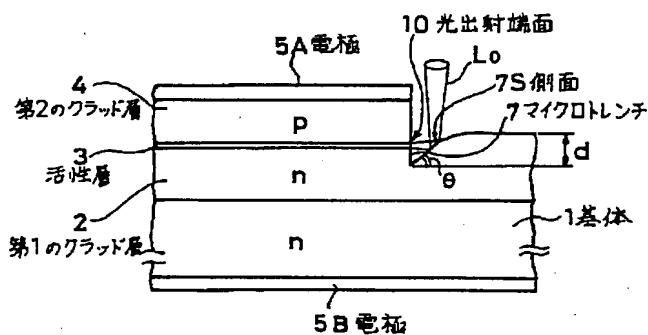
DA33

(54)【発明の名称】 発光素子及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】半導体レーザダイオードや発光ダイオード等の発光素子において、その集積化を可能とし、製造工程数の低減化をはかる。

【解決手段】基体1上に少なくとも第1のクラッド層2、活性層3及び第2のクラッド層4を設け、エッチング端面より共振器を構成して、この共振器の光出射端面10に対向してマイクロレンチ7を形成して、マイクロレンチ7の側面7Sを外部反射ミラーとして、この外部反射ミラーを、共振器の共振器軸に沿う断面において凸状曲線が形成される構成とする。



本発明実施例の断面図

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基体上に少なくとも第 1 のクラッド層、活性層及び第 2 のクラッド層が設けられ、エッチング端面より共振器が構成され、

上記共振器の光出射端面に対向してマイクロトレンチが形成され、上記マイクロトレンチの側面が外部反射ミラーとされ、

上記外部反射ミラーは、上記共振器の共振器軸に沿う断面において凸状曲線が形成されて成ることを特徴とする発光素子。

【請求項 2】 上記マイクロトレンチ内に透明材料が埋め込まれて成ることを特徴とする上記請求項 1 に記載の発光素子。

【請求項 3】 上記透明材料の表面に、上記共振器の共振器軸に沿う断面において凹状曲線が形成されて成ることを特徴とする上記請求項 2 に記載の発光素子。

【請求項 4】 基体上に少なくとも第 1 のクラッド層、活性層及び第 2 のクラッド層を形成する工程と、少なくとも上記第 1 のクラッド層、上記活性層及び上記第 2 のクラッド層を、マスク層を用いて所定のパターンにエッチングを行ってエッチング端面を形成して共振器を構成する工程と、

上記エッチング端面に対向してマイクロトレンチを形成し、上記マイクロトレンチの側面を外部反射ミラーとし、上記外部反射ミラーは、上記共振器の共振器軸に沿う断面において凸状曲線を有して成ることを特徴とする発光素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば面発光型構成の半導体レーザダイオード (LD)、発光ダイオード (LED) 等の発光素子とその製造方法に係わる。

## 【0002】

【従来の技術】 半導体レーザダイオードや発光ダイオードは、光ディスク、光ファイバー通信光源等として広く実用化されており、更に高コヒーレンス化や高出力化等の特性の向上と共に、光変調器などの機能デバイスとのモノリシック集積化が進められている。特に近年、光コンピュータ等における並列光情報処理、或いは大容量並列光伝送などへの応用を考えて、大規模な 2 次元集積化の実現が望まれている。

【0003】 しかしながら、従来構成の半導体レーザは劈開により共振器端面を形成しているためモノリシックな集積が不可能であり、またエッチングにより共振器端面を形成する場合もその垂直な共振器端面からの光を外部に取り出すためには劈開が必要となり、同様に集積化を行えない。これに対して 2 次元集積化が可能な半導体レーザとして、基体面に垂直な方向にレーザ光を出射する面発光型のレーザが注目されている。

【0004】 このような面発光レーザとしては、例えば

通常の半導体レーザの発光端面に対向して、基体に対し 45° の角度をなすミラー面を設け、このミラー面に反射させてレーザ光を基体面に対し垂直な方向に取り出す構成が採られる。そしてこのような面発光レーザをモノリシック構成として形成するには、一般に RIE (反応性イオンエッチング)、RIBE (反応性イオンビームエッチング)、イオンミリング等の異方性のドライエッチングを利用することにより、例えば基体上に形成した半導体層に対して基体に垂直な方向からと、45° 程度の斜め方向からとの 2 回の異方性エッチングを行うことによってレーザ光出射端面とミラー面とを形成することができ、これによりモノリシックに集積された面発光レーザを得ることができる。

【0005】 しかしながらこの方法による場合、光出射端面をエッチング形成した後、選択マスクを形成して 2 回目の結晶成長、選択エッチングが必要であることから工数が大となって生産性に劣り、また歩留りの低下をも招来して光集積化を阻む原因となっている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、半導体レーザダイオードや発光ダイオード等の発光素子において、その集積化が可能な構成とその製造方法を提供する。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、基体上に少なくとも第 1 のクラッド層、活性層及び第 2 のクラッド層を設け、エッチング端面より共振器を構成して、この共振器の光出射端面に対向してマイクロトレンチを形成して、マイクロトレンチの側面を外部反射ミラーとし、この外部反射ミラーを、共振器の共振器軸に沿う断面において凸状曲線が形成される構成とする。

【0008】 また本発明は、上述の構成において、マイクロトレンチ内に透明材料を埋め込む構成とする。

【0009】 また更に本発明は、上述の構成において、透明材料の表面に、共振器の共振器軸に沿う断面において凹状曲線が形成される構成とする。

【0010】 更に本発明は、基体上に少なくとも第 1 のクラッド層、活性層及び第 2 のクラッド層を形成する工程と、少なくとも第 1 のクラッド層、活性層及び第 2 のクラッド層を、マスク層を用いて所定のパターンにエッチングを行ってエッチング端面を形成して共振器を構成する工程と、エッチング端面に対向してマイクロトレンチを形成し、マイクロトレンチの側面を外部反射ミラーとし、外部反射ミラーを、共振器の共振器軸に沿う断面において凸状曲線を有する構成とする。

【0011】 上述したように本発明においては、図 1 に示す如くエッチング端面を形成する際のエッチングによって同時にマイクロトレンチ 7 を形成し、その側面 7S を外部反射ミラーとして構成することから、劈開等の素子分離を行うことなく基体 1 に対しほぼ垂直な方向に光出射される発光素子を得ることができて、このような面

発光型の発光素子を集積化することが可能となり、またその製造に当たって1回のエッチングにより形成し得ることから、製造工程数の低減化をはかって生産性の向上をはかり、また歩留りの向上をはかることができる。

【0012】またこのような構成において、外部反射ミラーとする側面7Sを、少なくともその一部を曲面として構成することによって、指向性の少ない発光素子を得ることができる。

【0013】更にまた、マイクロレンチ7を埋込むように透明材料9を被着形成することによって、この透明材料9を例えば凹レンズとして出射光を拡大させ、指向性の少ない発光素子を得ることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明は、基体上に少なくとも第1のクラッド層、活性層及び第2のクラッド層を設け、エッチング端面より成る光出射端面に対向してマイクロレンチを形成し、マイクロレンチの側面を外部反射ミラーとして構成する。また、本発明においては、外部反射ミラーを、少なくともその一部を曲面により構成する。そして更に本発明においては、マイクロレンチ内に透明材料を埋め込む構成とする。また本発明においては、基体上に少なくとも第1のクラッド層、活性層及び第2のクラッド層を形成した後、マスク層を用いて所定のパターンにエッチングを行い、そのエッチング端面に対向してマイクロレンチを形成し、エッチング端面に対向するマイクロレンチの側面を外部反射ミラーとして形成する。

【0015】以下本発明実施例を図面を参照して詳細に説明する。先ず図1に示す本発明の一実施例を図3A～Cの工程図を参照してその製造方法と共に説明する。この場合、図3Aに示すように、n型のInP等より成る基体1上に、順次例えばn型のGaInP等より成る第1のクラッド層2、AlGaInP等より成る活性層3、p型のGaInP等より成る第2のクラッド層4を順次MOCVD（有機金属による化学的気相成長法）等によりエピタキシャル成長し、更にこの場合Au等より成るp型の電極5Aをスパッタリング等により例えば全面的に被着し、この上にフォトリソ等マスク層6を塗布して全面的に被着する。

【0016】そして図3Bに示すように、共振器を構成する部分を覆う所定のパターンにマスク層6を露光、現像等によりパターンニングし、更にこのマスク層6をマスクとしてRIE等の異方性エッチングにより電極5Aをパターンニングする。

【0017】そして更に図3Cに示すように、電極5Aをマスクとしてセルフアラインで第2のクラッド層4、活性層3及び第1のクラッド層2のエッチングを行い、エッチング端面より成る光出射端面10を形成すると共に、これと同時にマイクロレンチ7を形成する。そしてこの後基体1の裏面に電極5Bをスパッタリング等に

より被着形成してレーザダイオード又は発光ダイオード等の発光素子を得ることができる。

【0018】このマイクロレンチ7は例えばRIE、又は高電圧下のRIE等により形成することができる。マイクロレンチ7を生じやすい条件としては、例えば比較的高いエネルギービームを用いることが上げられる。即ち高電圧下のエッチングを行い、エッチングビームの縦方向即ち基体1の表面に垂直な方向の指向性を大とすることにより実現できる。また、比較的高い真空度とすることも要求され、導入ガス量を小としてエッチングを行うことによってイオン間の散乱をなくし、ビーム指向性を大とすることができて、マイクロレンチ7を形成することができる。

【0019】このマイクロレンチ7が発生する原因としては、RIEやRIE等のエッチングの際に、真空装置内において基体1が他部とはほぼ電氣的に独立して載置されることから、プラズマ発生中に基体1の表面に空間電荷層が発生して電位が生じ、真空装置内に導入される反応ガスがこれに作用することによって生じるものと思われる。尚、通常の半導体装置の製造工程においてはこのようなマイクロレンチが不必要に生じないようにしているものであるが、本発明はこの現象を積極的に利用するものである。

【0020】また、マイクロレンチ7の大きさとしては、例えばこのレーザダイオードの出射光のビームスポットが1～2 $\mu\text{m}$ 程度であることから、その深さdを2～3 $\mu\text{m}$ 程度以上とし、幅も2～3 $\mu\text{m}$ 程度以上とすることが望ましい。

【0021】この例においては、RF（高周波）パワー密度を2kW/130cm<sup>2</sup>、導入ガスとしてArを28cc、CH<sub>4</sub>を2ccのガス量とし、真空度を2.5mTorrと比較的低圧下としてRIEを行い、図1に示すように深さdが2～3 $\mu\text{m}$ 程度のマイクロレンチ7を光出射端面10と同時に形成することができた。

【0022】このとき、マイクロレンチ7の側面7Sが基体1の主面に対して成す角度 $\theta$ を45°程度となるようにそのエッチング時間を制御することにより、光出射端面10から出射されるレーザ光又はLED光等の出射光をこの側面7Sを外部反射ミラーとして反射させた反射光L<sub>0</sub>が、基体1の主面に対しほぼ垂直な上方向に出射されることとなる。この場合少なくともマイクロレンチ7の最深部が活性層3より下部の第1のクラッド層2に達するようにその深さを制御することが必要である。また上述の角度 $\theta$ は45°程度が好ましいが、これに限るものではない。

【0023】そして更にこの場合、マイクロレンチ7の側面7Sの少なくとも一部を曲面とすることによって、指向性の低い発光素子を得ることができて、例えば空間伝送等に利用することによってこの発光素子から得られる光の受光範囲を大とすることができる。

【0024】また更に図2に示すように、マイクロレンチ7内に透明材料9を埋め込む構成とし、この透明材料9の表面を例えば凹状に形成することにより、凹レンズを構成し、指向性の低い発光素子を形成することができ、同様に受光範囲を広範囲にできる発光素子を形成することができる。

【0025】このような透明材料9の形成方法としては、例えば図4Aに示すように、フォトリソグロフ等より成る透明材料9を全面的に被着した後、比較的弱い露光用光を用いて図4Bにおいて斜線を付して示すようにその表面部分のみを露光し、現像を施して、図4Cに示すようにマイクロレンチ7内のみにこの透明材料9を埋込むことができる。この場合その表面は自然発生的に凹部状に形成され、凹レンズを構成することができる。図4A～図4Cにおいて図1と対応する部分には同一符号を付して重複説明を省略する。

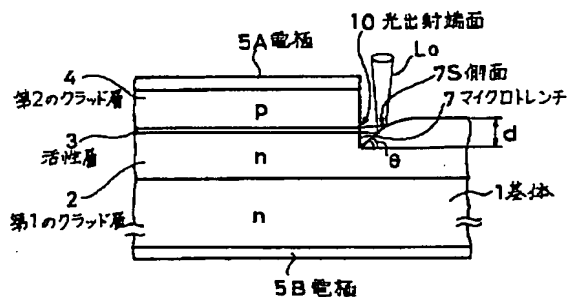
【0026】透明材料9としては、その他樹脂等の光透過性の材料であれば良く、またその表面が自然に凹部状となるような材料であれば同様に受光範囲の広い発光素子を構成することができる。

【0027】尚、上述の例においては電極5Aを光出射端面10を形成するパターンと同一のパターンとして形成したが、その他例えば端面10を形成した後、通常のフォトリソグラフィ等の適用によって形成することもできる。

【0028】また本発明は上述の実施例に限定されることなく、その材料構成等において各種の変形変更が可能であることはいうまでもない。

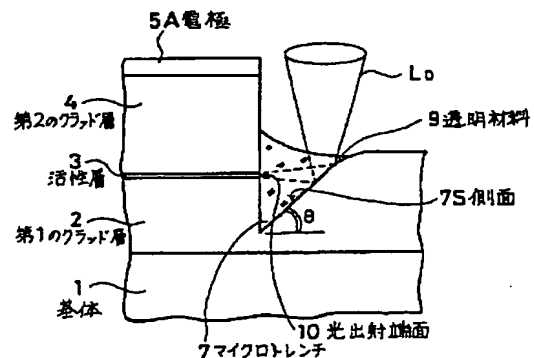
【0029】

【図1】



本発明実施例の断面図

【図2】



本発明実施例の要部断面図

【発明の効果】上述したように本発明によれば光出射端面と外部反射ミラーとを同時にエッチング形成することができるため、製造工程数の低減化をはかって生産性の向上をはかり、歩留りの向上をはかることができる。

【0030】また、この外部反射ミラーを構成するマイクロレンチの側面の少なくとも一部を曲面とすることによって、指向性の少ない発光素子を得ることができる。

【0031】更にまた、マイクロレンチを透明材料によって埋込むことによってこの部分を保護することができ、また凹レンズ状とすることによって指向性の少ない発光素子を得ることができ、例えば空間伝送等に利用することによって受光範囲を広くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例の略線的拡大断面図である。

【図2】本発明実施例の略線的拡大断面図である。

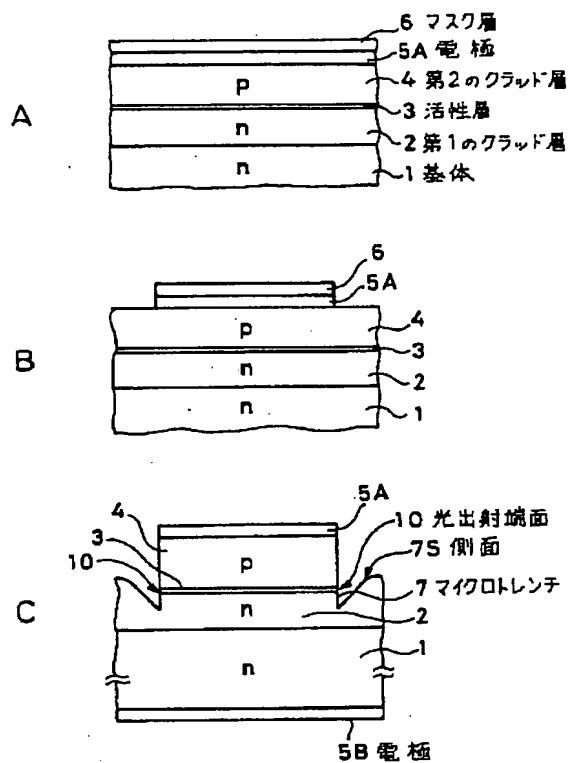
【図3】本発明実施例の製造工程図である。

【図4】本発明実施例の製造工程図である。

【符号の説明】

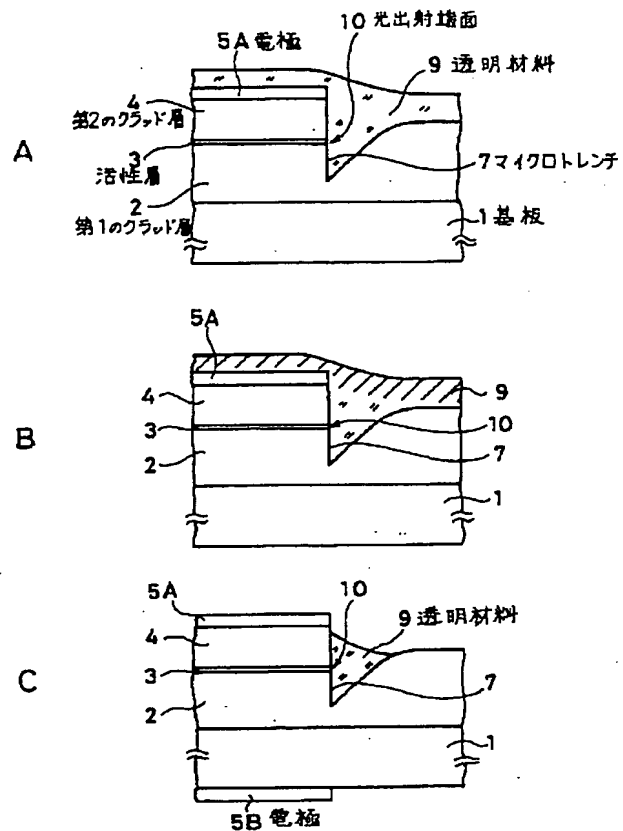
- 1 基体
- 2 第1のクラッド層
- 3 活性層
- 4 第2のクラッド層
- 5 A電極
- 5 B電極
- 6 マスク層
- 7 マイクロレンチ
- 7 S 側面

【図3】



本発明実施例の工程図

【図4】



本発明実施例の工程図